

**Circuit substrate having ceramic multilayer structure containing chip-like electronic components****Patent number:** DE3738343**Publication date:** 1988-05-26**Inventor:** TAKAGI HIROSHI (JP); MORI YOSHIKI (JP); SAKABE YUKIO (JP)**Applicant:** MURATA MANUFACTURING CO (JP)**Classification:****- international:** H01L49/00**- european:** H01L23/498D; H01L23/64R; H05K1/18C6**Application number:** DE19873738343 19871111**Priority number(s):** JP19870002428 19870107; JP19860269238 19861112**Also published as:**

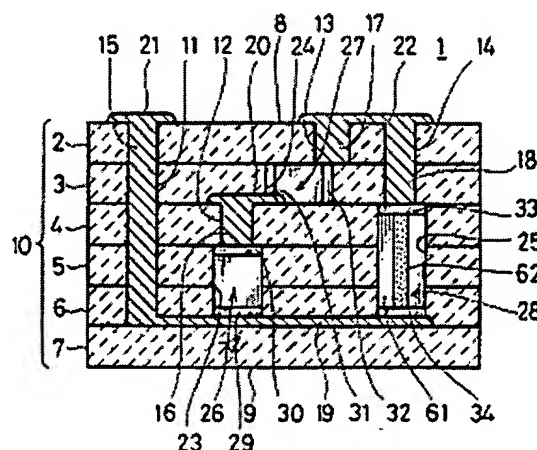
US4800459 (A1)

GB2197540 (A)

Abstract not available for DE3738343

Abstract of corresponding document: **US4800459**

A circuit substrate (1) comprises a ceramic laminated structure (10) which has a plurality of ceramic layers (2-7) including ceramic layers (3-6) having cavities (44-49). Chip-like electronic components such as a laminated ceramic capacitor (26, 27) and a resistor (28) are received in the cavities. The chip-like electronic components are formed with external terminal electrodes (29-34) respectively. Conductors (15-20) are formed in through holes (35-43) provided in the ceramic layers and interfaces between adjacent pairs of the ceramic layers, to be connected to the external terminal electrodes. The external terminal electrodes are prepared from metal which is mainly composed of at least one of nickel, copper and palladium, and the conductors are prepared from metal which is mainly composed of copper.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 37 38 343 C 2

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 01 L 49/00  
H 01 L 23/50

21 Aktenzeichen: P 37 38 343.4-33  
22 Anmeldetag: 11. 11. 87  
43 Offenlegungstag: 26. 5. 88  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 11. 7. 91

DE 37 38 343 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31  
12.11.86 JP P 269238/86 07.01.87 JP P 2428/87

73 Patentinhaber:  
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

74 Vertreter:  
ter Meer, N., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Müller, F.,  
Dipl.-Ing., 8000 München; Steinmeister, H.,  
Dipl.-Ing.; Wiebusch, M., Pat.-Anwälte, 4800  
Bielefeld

72 Erfinder:  
Takagi, Hiroshi; Mori, Yoshiaki; Sakabe, Yukio,  
Nagaokakyo, Kyoto, JP

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 32 30 959 A1  
US 44 51 869  
US 44 17 392  
EP 01 99 635 A2  
EP 01 65 427 A2  
EP 00 27 017

Tomsa, D.R. und Wadhwa, S.K.: Multilayer  
laminated chip carrier. In: IBM TDB, Bd. 21, nr. 4,  
Sept. 1978, S. 1396-1397;  
Palladium-nickel alloy »better than gold«. In:  
Electronic Engineering, Sept 1984, S. 127;  
Getten, J.R. et.al.: Reliability Entrancement of MCP  
rias using Nickel. In: IBM TDB, Bd. 25, Nr. 3B,  
Aug. 1982, S. 1404;  
SUSUMU NISHIGAKI: »Multilayer Ceramic  
Substrate«. In: Electronic Ceramics, Gakken-sha  
Bd. 16, (75)May 1985, S. 61-71;

54 Verfahren zur Herstellung eines Schaltkreissubstrats mit einer Keramikschichtstruktur

DE 37 38 343 C 2

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Schaltkreissubstrats mit einer Keramikschichtstruktur mit einer Vielzahl von Keramikschichten gemäß Oberbegriff des Hauptanspruches.

Zur Herstellung eines elektronischen Schaltkreises mit hoher Dichte und/oder verschiedenartigen Funktionen ist es vorteilhaft, ein Schaltkreissubstrat anzugeben, auf dem die verschiedenen elektronischen Bauteile aufgebracht sind, die als elektrische Elemente, wie als Kondensatoren, Widerstände und Induktoren, bestimmte Funktionen erfüllen, wobei als weitere Funktion das bloße Zusammenhalten und Verbinden der elektronischen Bauteile hinzukommt. So ist beispielsweise ein Substrat, das aus einer Keramikvielschichtstruktur besteht, z. B. ein Keramikvielschichtsubstrat, geeignet, die vorgenannten Erfordernisse zu erfüllen.

In einem Bericht mit dem Titel "Multilayer Ceramic Substrate" werden von Susumu Nishigaki in Electronic Ceramics, Band 16, (75), May 1985, ISSN 0387-7337, auf den Seiten 61 bis 71, verschiedene Arten von Keramikmehrschichtstrukturen vorgestellt. In diesem Bericht werden die Keramikmehrschichtsubstrate nach dem Verfahren ihrer Herstellung grob in solche unterteilt, die nach dem "Naßverfahren" unter Verwendung von Rohkeramikschichten, d. h. grünen bzw. ungebrannten Keramikschichten, und solche, die nach dem "Trockenverfahren" unter Verwendung von gebrannten Keramikplatten hergestellt werden. Man hat dann weiterhin die nach dem "Naßverfahren" erhaltenen Mehrschichtsubstrate genauer in die "Grünschicht-Mehrschichtsubstrate" und "Druckmehrschichtsubstrate" eingeteilt.

Man erhält das sog. "Grünschicht-Mehrschichtsubstrat" in der Weise, daß man eine beliebige Vielzahl von Keramikgrünschichten, auf die man dicke Filme aus einer dielektrischen oder isolierenden Paste, einer Widerstandspaste und/oder einer Leiterpaste gedruckt hat, herstellt, laminiert, auf die Grünschichten einen Druck ausübt und diese gemeinsam brennt. Ein solche Mehrschichtstruktur kann mit Schaltelementen, wie Kondensatoren, Widerständen und Induktoren, gebildet werden.

Das sog. "Druckmehrschichtsubstrat" erhält man in der Weise, daß man das Verfahren zur Herstellung einer Grünschicht, auf die ein dicker Film aus einer Widerstandspaste und/oder Leiterpaste gedruckt worden ist, beliebig wiederholt, eine dielektrische oder isolierende Paste darauf druckt, dieses trocknet und wieder nach Belieben eine dielektrische oder isolierende Paste, eine Widerstandspaste und/oder Leiterpaste aufdruckt.

Bei dem "Trockenverfahren" verwendet man eine gebrannte Keramikplatte, bei der man das Auftragen eines Widerstandspastenfilms und/oder eines Leiterpastenfilms darauf beliebig wiederholt, diese trocknet und brennt und nach einem ähnlichen Verfahren eine Isolierschicht aufbringt.

Die vorgenannten herkömmlichen Verfahren oder die dabei erhaltenen Substrate bergen die folgenden Probleme, welche zu lösen sind.

In einem nach dem "Trockenverfahren" erhaltenen Keramikmehrschichtsubstrat aus dem "Grünschicht-Mehrschichtsubstrat" und dem "Druckmehrschichtsubstrat" liegen die Grünschichten, der dielektrische oder isolierende Pastenfilm, der Widerstandspastenfilm und/oder der Leiterpastenfilm geschrumpft bzw. zusammengezogen und deformiert vor, so daß es schwierig ist, die charakteristischen Sollwerte, wie den Kapazitätswert,

den Widerstandswert und den Induktionswert, des in dem Substrat ausgebildeten Kondensatorelements, Widerstandselements bzw. Induktionselements zu erhalten. Das Verfahren zur Herstellung des "Grünschicht-Mehrschichtsubstrats" erfordert vor dem Brennen eine Druckbeaufschlagung, so daß eine Deformation stattfindet. Das "Naßverfahren" zur Herstellung des Mehrschichtsubstrats erfordert ein gleichzeitiges Brennen der Keramikgrünschichten mit dem dielektrischen oder isolierenden Pastenfilm, dem Widerstandspastenfilm und/oder dem Leiterpastenfilm. Das heißt also, daß der verwendete Widerstandspastenfilm und/oder Leiterpastenfilm hohen Temperaturen in einer Atmosphäre unter Brennbedingungen ausgesetzt werden. Daraus folgt, daß das Keramikmaterial zur Bildung der Keramikgrünschichten oder der dielektrische Pastenfilm aus einem Material beschaffen sein muß, das bei einer derartigen Temperatur in einer derartigen Atmosphäre gebrannt werden kann, ohne daß sich die Eigenschaften der Widerstandspaste und/oder Leiterpaste verschlechtern, wodurch sich die Auswahl verwendbarer Keramikmaterialien beträchtlich verringert. Ein Keramikmaterial, das bei relativ niedrigen Temperaturen gebrannt werden kann, besitzt im allgemeinen eine geringe dielektrische Konstante, so daß es schwierig ist, ein Kondensatorelement mit hoher Kapazität herzustellen. Der Widerstandspastenfilm dagegen muß dem Brennen des Keramikmaterials widerstehen können, so daß es mit Schwierigkeiten verbunden ist, einen toleranzarmen vorgegebenen Widerstand des Widerstandselement bildenden Widerstands zu erreichen.

Ein besonderes Problem des "Druckmehrschichtsubstrats" ist darin zu sehen, daß sich die Ebenheit bzw. Flachheit der Oberfläche, die bedruckt werden soll, nach und nach verschlechtert, wenn das Bedrucken mit der dielektrischen oder isolierenden Paste, der Widerstandspaste und/oder der Leiterpaste wiederholt wird. Es ist daher schwierig, die Anzahl der Schichten des Mehrschichtsubstrats zu erhöhen. Infolgedessen hat es sich als sehr schwierig erwiesen, die Elektroden zur Ausbildung der Kapazität in einem Kondensatorelement vielschichtig zu gestalten, so daß es also schwierig ist, ein Kondensatorelement mit großer Kapazität in dem Vielschichtsubstrat zu bilden. Da sich weiterhin die zu bedruckende Oberfläche nach und nach hinsichtlich ihrer Flachheit bzw. Ebenheit verschlechtert, kann man die Lage und das Druckmuster der Widerstandspaste und/oder Leiterpaste nicht entsprechend dem Entwurf aufbringen. Es ist also auch in diesem Punkt schwierig, einen Widerstandswert, einen Kapazitätswert und einen Induktionswert entsprechend dem Entwurf zu erhalten.

Bei dem "Naßverfahren" andererseits wird ein Druckschritt durchgeführt, der sich ähnlich zu dem vorgenannten Verfahren zur Herstellung des "Druckmehrschichtsubstrats" verhält, so daß man wieder einem Problem, das ähnlich dem bereits angesprochenen Problem hinsichtlich des "Druckmehrschichtsubstrats" ist, gegenübersteht.

Aus der EP-OS 01 99 635 ist es bereits bekannt, daß man in einer Keramikschichtstruktur eines Schaltkreissubstrats einen Hohlraum vorsehen kann, in dem ein elektronisches Bauteil eingebracht werden kann, welches äußere Anschlußelektroden aufweist, die mit elektrischen Verbindungseinrichtungen versehen sind, von denen sich ein Teil in das Innere der Keramikstruktur erstreckt. Die Herstellung dieser Schaltkreissubstrate erfolgt durch Ausbilden von ungebrannten oder grünen Keramikschichten, die mit den erforderlichen Durch-

gangslöchern versehen werden und mit einer Wolfram oder Molybdän als metallenthaltenden Paste zur Erzeugung von Leiterbahnen gedruckt, aufeinandergestapelt und bei einer Temperatur von 1500°C gesintert werden. Anschließend wird dann der integrierte Schaltkreis auf die Oberfläche aufgebracht und mit einer Abdeckung überdeckt.

Aus dem IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 21, No. 4, September 1978. Seiten 1396 und 1397 ist ein mehrschichtiges Schaltkreissubstrat auf der Grundlage von Kunststoff-Schichtpreßstoffplatten bekannt, welches Verbindungseinrichtungen aus Kupfer aufweist, über welche ein chipartiges elektronisches Bauteil angeschlossen und verbunden wird.

Gegenstand der EP-PS 00 27 017 ist ein Schaltkreissubstrat mit einer Keramikschichtstruktur mit einer Vielzahl von Keramikschichten bekannt, die innere Anschlußkontakte zum Anschluß an ein chipartiges elektronisches Bauteil und äußere Anschlußkontakte, welche mit den inneren Anschlußkontakten verbunden sind zum direkten Kontakt mit der äußeren Verdrahtung dienen. Zur Herstellung dieses Schaltkreissubstrats wird eine übliche Multilayer-Keramiktechnik angewandt, gemäß der ungebrannte grüne Keramikblätter gebildet, mit den erforderlichen Leiterbahnen auf der Grundlage von Wolfram/Mangan, Molybdän/Mangan oder Wolfram versehen, aufeinandergestapelt und bei 1600°C gesintert werden, wonach das chipartige elektronische Bauteil in den freigelassenen Hohlraum eingebracht und angeschlossen wird.

Die Herstellung von nichtreduzierenden Bauteilen ist für Keramikschichtkondensatoren aus der US 44 51 869 und für Widerstände aus der DE-PS 21 58 781 bekannt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein Verfahren zur Herstellung eines Schaltkreissubstrats mit einer Keramikschichtstruktur mit einer Vielzahl von Keramikschichten und einem Hohlraum angeordneten chipartigen elektronischen Bauteilen anzugeben, welches bei möglichst reproduzierbaren elektrischen Eigenschaften eine verbesserte Leitungsverbindung zwischen dem chipartigen elektronischen Bauteil ermöglicht und eine einfache Herstellung erlaubt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Verfahrens gemäß Hauptanspruch. Die Unteransprüche betreffen bevorzugte Ausführungsformen dieses Erfindungsgegenstandes.

Die erfindungsgemäß hergestellte Keramikmehrschichtstruktur enthält ein zuvor hergestelltes diskretes chipartiges elektronisches Bauteil und ermöglicht daher die folgenden Vorteile: das chipartige elektronische Bauteil selbst wird während des Brennens und des vorgeschalteten Druckauflegens zur Herstellung der Keramikschichtstruktur nicht wesentlich deformiert, so daß beispielsweise der mit dem chipartigen elektronischen Bauteil erreichte Kapazitätswert, der Widerstandswert oder der Induktionswert im wesentlichen im Einklang mit dem Entwurf gehalten werden kann. Die Keramikschichtstruktur besitzt weiterhin einen Hohlraum, worin sich das chipartige elektronische Bauteil befindet, so daß sich die Hauptoberfläche der Keramikschichtstruktur dadurch, daß das chipartige elektronische Bauteil (in der Struktur) enthalten ist, im Hinblick auf ihre Flachheit bzw. Ebenheit nicht verschlechtert. Die Anzahl der Schichten der Schichtstruktur kann daher problemlos erhöht werden. Eine Vielzahl von chipartigen elektronischen Bauteilen kann weiterhin beliebig dreidimensional in die Schichtstruktur integriert werden, währenddem die bereits schon angesprochene Flachheit bzw.

Ebenheit der Hauptoberfläche erhalten bleibt. Das chipartige elektronische Bauteil kann, falls notwendig, so angeordnet werden, daß es vollständig im Inneren der Keramikschichtstruktur eingebettet ist, wodurch eine Verbesserung des Umgebungswiderstandes, wie des Feuchtigkeitwiderstands, des chipartigen elektronischen Bauteils erreicht werden kann. Weiterhin kann man durch eine Keramikschichtkapazität eine große Kapazität erhalten, wenn man aus einem chipartigen elektronischen Bauteil einen Kondensator bildet.

Die äußeren Anschlußelektroden des chipartigen elektronischen Bauteils bestehen dabei aus einem Metall, das hauptsächlich mindestens eines der Elemente Nickel, Kupfer und Palladium umfaßt, währenddem die elektrischen Verbindungseinrichtungen aus einem Metall hergestellt sind, das hauptsächlich aus Kupfer besteht. Diese Materialien hat man aus folgenden Gründen gewählt: Äußere Anschlußelektroden von chipartigen elektronischen Bauteilen sind bisher im allgemeinen aus Silber hergestellt worden. Wenn jedoch die äußere Anschlußelektrode aus Silber und die elektrische Verbindungseinrichtung aus Kupfer, die mit der äußeren Anschlußelektrode verbunden werden soll, einer hohen Temperatur ausgesetzt werden, so kommt es an der Kontaktstelle zwischen dem Silber und Kupfer zu einer eutektischen Reaktion, wobei sich eine eutektische Legierung bildet, die einen extrem niedrigen Schmelzpunkt besitzt. Das hat zur Folge, daß die in der Kontaktstelle gebildete eutektische Legierung zwischen der äußeren Anschlußelektrode und der elektrischen Verbindungseinrichtung herausfließt, was zu einem ungenügenden elektrischen Kontakt zwischen der äußeren Anschlußelektrode und der elektrischen Verbindungseinrichtung führt. Wenn jedoch die äußere Anschlußelektrode und die elektrische Verbindungseinrichtung aus einem im wesentlichen identischen Metall, nämlich Kupfer, hergestellt sind, kommt es zu keinem Herausfließen des Metalls in der Kontaktstelle zwischen der äußeren Anschlußelektrode und der elektrischen Verbindungseinrichtung.

Wenn die äußere Anschlußelektrode andererseits aus einem Metall, das anstatt des Kupfers hauptsächlich aus Nickel oder Palladium besteht, hergestellt ist, so wird die Schmelztemperatur in der Kontaktstelle zwischen der äußeren Anschlußelektrode und der elektrischen Verbindungseinrichtung nicht erniedrigt, da Nickel oder Palladium und Kupfer eine vollständige Legierung des Fest-Flüssig-Systems ausbilden. Demzufolge fließt kein Metall aus der Kontaktstelle zwischen der äußeren Anschlußelektrode und der elektrischen Verbindungseinrichtung, ähnlich wie im bereits beschriebenen Fall der aus Kupfer bestehenden Anschlußelektrode heraus, so daß ein genügender Kontakt in der Kontaktstelle gewährleistet ist.

Die Erfindung sei im folgenden näher unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine vergrößerte Schnittansicht eines nach dem Verfahren der Erfindung hergestellten Schaltkreissubstrats;

Fig. 2 ein entsprechendes Schaltkreisschaltkreissubstrates und

Fig. 3 eine Explosionsteildarstellung des Zusammenbaus des in Fig. 1 gezeigten Schaltkreissubstrats.

Betrachtet man Fig. 1, so muß bemerkt werden, daß Dimension des Schaltkreissubstrats 1 in senkrechter Richtung beträchtlich vergrößert dargestellt ist im Vergleich zu der dazu senkrecht verlaufenden Längsrich-

tung. Das Schaltkreissubstrat 1 umfaßt eine Keramikschichtstruktur 10 mit einer Vielzahl von Keramikschichten 2, 3, 4, 5, 6 und 7 und einer ersten und zweiten Hauptoberfläche 8 und 9, die gegenüberliegend angeordnet sind.

Die Keramikschichtstruktur 10 weist eine Vielzahl von elektrischen Verbindungsdurchgängen 11, 12, 13 und 14 auf, die durch Durchgangslöcher in den Keramikschichten 2 bis 6 gebildet sind, so daß sich Leiter 15, 16, 17 und 18 in den elektrischen Verbindungsdurchgängen 11, 12, 13 bzw. 14 ausbilden. Ein Leiter 19 befindet sich entlang der Grenzfläche zwischen den Keramikschichten 6 und 7 und ist elektrisch mit dem Leiter 15 verbunden. Ein anderer Leiter 20 befindet sich entlang der Grenzfläche zwischen den Keramikschichten 3 und 4 und ist mit dem Leiter 16 elektrisch verbunden. Die Schaltkreismuster 21 und 22 sind auf der ersten Hauptoberfläche 8 der Keramikschichtstruktur 10 ausgebildet. Das Schaltkreismuster 21 ist mit dem Leiter 15 elektrisch verbunden, während das Schaltkreismuster 22 in der Regel mit den Leitern 17 und 18 verbunden ist.

Die Keramikschichtstruktur 10 beinhaltet weiterhin die Zwischenräume 23, 24 und 25, die in den Keramikschichten 3 bis 6 zur Aufnahme von beispielsweise chipartiger passiver elektronischer Bauteile ausgebildet sind. Gemäß einer Ausführungsform nehmen diese Hohlräume 23 und 24 die Keramikschichtkondensatoren 26 bzw. 27 auf, währenddem der Zwischenraum 25 einen chipartigen Widerstand 28 aufnimmt. Der Keramikschichtkondensator 26 weist eine äußere Anschlußelektrode 29, die mit dem Leiter 19 elektrisch verbunden ist, und eine andere äußere Anschlußelektrode 30, die mit dem Leiter 16 elektrisch verbunden ist, auf. Der Keramikschichtkondensator 27 besitzt eine äußere Anschlußelektrode 31, die mit dem Leiter 20 elektrisch verbunden ist, sowie eine andere äußere Anschlußelektrode 32, die mit dem Leiter 17 elektrisch verbunden ist. Der Widerstand 28 weist eine äußere Anschlußelektrode 33, die mit dem Leiter 18 elektrisch verbunden ist, sowie eine äußere Anschlußelektrode 34, die mit dem Leiter 19, elektrisch verbunden ist, auf.

Das in Fig. 1 gezeigte Schaltkreissubstrat bildet daher den in Fig. 2 gezeigten Schaltkreis zwischen den Schaltkreismustern 21 und 22.

Es soll nun hauptsächlich unter Bezugnahme von Fig. 3 das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des in Fig. 1 gezeigten Schaltkreissubstrats beschrieben werden. Als Keramikschichten 2 bis 7 verwendet man die Keramik-Grünsichten, d. h. die ungebrannten Keramikschichten oder -blätter 102, 103, 104, 105, 106 und 107, die man bei niedrigen Temperaturen in einer reduzierenden Atmosphäre sintern kann. Die Grünsichten 102 bis 106 werden in der Weise hergestellt, daß sie an den entsprechenden Stellen die Durchgangslöcher 35 bis 39 aufweisen, die zusammen so ausgerichtet sind, daß sie den schon vorher beschriebenen elektrischen Verbindungsdurchgang 11 bilden. Das Grünblatt 104 stellt man mit einem Durchgangsloch 40 her, um somit den schon beschriebenen elektrischen Verbindungsdurchgang 12 zu bilden. Man versieht die Grünsicht 102 unter Bildung des elektrischen Verbindungsdurchgangs 13 mit einem Durchgangsloch 41. Man stellt die Grünblätter 102 und 103 in der Weise her, daß sich an den entsprechenden Stellen die Durchgangslöcher 42 und 43 befinden, die zusammen so ausgerichtet sind, daß sie den elektrischen Verbindungsdurchgang 14 bilden.

Man stellt die Grünblätter 105 und 106 mit dadurch senkrecht verlaufenden Löchern her, so daß sich die

Hohlräume 44 und 45 bilden, die zusammen so ausgerichtet sind, daß sie den schon erwähnten Zwischenraum 23 bilden. Man stellt das Grünblatt 103 mit einem dadurch senkrecht verlaufenden Loch her, um somit den Hohlraum 46 zu bilden, der wiederum den bereits schon erwähnten Zwischenraum 24 bildet. Man stellt die Grünsichten 104, 105 und 106 mit dadurch senkrecht verlaufenden Löchern her, um somit die Hohlräume 47, 48 und 49 zu bilden, die miteinander in der Weise angeordnet sind, daß sie den schon angesprochenen Zwischenraum 25 bilden.

Die Leiterpastenteile 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 und 58, die ein Metall enthalten, das hauptsächlich aus Kupfer besteht, werden in die betreffenden Durchgangslöcher 35 bis 43, die in den Grünsichten 102 bis 106 ausgebildet sind, eingebettet. Das Leiterpastenteil 50 wird in der Weise ausgebildet, daß man die Leiterpaste unter Ausdehnung zur Hauptoberfläche der Grünsicht 102 aufdrückt, um somit gleichzeitig das schon erwähnte Schaltkreismuster 21 herzustellen. Das Leiterpastenteil 55 trägt man in der Weise auf, daß man die Leiterpaste unter Ausdehnung zu einer Hauptoberfläche der Grünsicht 104 aufdrückt, um somit gleichzeitig den bereits genannten Leiter 20 zu bilden. Die Leiterpastenteile 56 und 57 werden in der Weise aufgebracht, daß man die Leiterpaste unter Ausdehnung zu einer Hauptoberfläche der Grünsicht 102 aufdrückt, um somit gleichzeitig das bereits schon erwähnte Schaltkreismuster 22 zu bilden. Das Leiterpastenteil 59 drückt man auf eine Hauptoberfläche der Grünsicht 107 unter Bildung des schon genannten Leiters 19 auf.

Die Keramikschichtkondensatoren 26 und 27 und den Widerstand 28 (aus Widerstandsfilm 62 und Keramiksubstrat 61) stellt man andererseits aus vorgefertigten Teilen her. Diese Elemente setzt man beispielsweise in die vorbestimmten Hohlräume 44 bis 49, zumindest bevor man die Hohlräume 44 bis 49 zur regelmäßigen Schichtbildung der Grünsichten 102 bis 107 verschließt, ein. Die Schichtanordnung der Grünsichten 102 bis 107 ist in Fig. 3 gezeigt. Man setzt sie dann unter Druck und brennt in einer reduzierenden Atmosphäre bei einer relativ niedrigen Temperatur. Man erhält dann das in Fig. 1 gezeigte Schaltkreissubstrat.

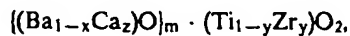
In der vorgenannten Ausführungsform sind die Leiter 15 bis 20, die als elektrische Verbindungseinrichtungen dienen, aus einem Metall gebildet, das hauptsächlich aus Kupfer besteht. Die äußeren Anschlußelektroden 29 bis 34 sind aus einem Metall gebildet, das hauptsächlich aus mindestens einem der Elemente Nickel, Kupfer und Palladium besteht. Wie man teilweise aus Fig. 3 entnehmen kann, ist die innere Elektrode 60 des Keramikschichtkondensators 26 aus einem Metall gebildet, das hauptsächlich aus mindestens einem der Elemente Nickel, Kupfer und Palladium besteht. Der Widerstand 28 wird hergestellt, indem man einen Widerstandsfilm 62 aus einem Widerstandsbestandteil auf einem Keramiksubstrat 61 aufbringt und die äußeren Anschlußelektroden 33 und 34 mit beiden Enden des Widerstandsfilms 62 verbindet.

Man stellt die Grünsichten 102 bis 107 aus einem Keramikmaterial her, das man bei niedrigen Temperaturen in einer reduzierenden Atmosphäre sintern kann, welches in Electronic Ceramics, Band 16, (74), März 1985, auf den Seiten 18 bis 19 beschrieben ist. Als Ausgangssubstanzen verwendet man  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $MgO$ ,  $B_2O_3$ -Keramikpulver und kleinere Mengen an Additiven. Diese Keramikpulver vermischt man mit einem Bindemittel und formt beispielsweise mit einem

Abstreichmesser Lagen mit einer Dicke von 200 µm und erhält somit die Grünsichten 102 bis 107. Dielektrische Eigenschaften bleiben in den auf diese Weise hergestellten Grünsichten 102 bis 107 erhalten, auch wenn man sie in einer reduzierenden Atmosphäre, wie in einer Stickstoffatmosphäre, brennt. Man sintert dann die Grünsichten 102 bis 107 bei einer relativ niedrigen Temperatur von etwa 900 bis 1000°C.

Die in den Keramikschichtkondensatoren 26 und 27 enthaltenden Dielektrika werden aus einem nichtreduzierenden Keramikmaterial gebildet. Bei den nachfolgend beschriebenen Zusammensetzungen handelt es sich um solche nichtreduzierenden dielektrischen Keramikzusammensetzungen.

(1) Nichtreduzierende dielektrische Keramikzusammensetzungen in dielektrischen Bariumtitanat-Keramikzusammensetzungen der folgenden Summenformel:



worin m, x und y auf folgende Bereiche begrenzt sind:

$$1,005 \leq m \leq 1,03, \\ 0,02 \leq x \leq 0,22 \text{ und} \\ 0 < y \leq 0,20.$$

(2) Nichtreduzierende dielektrische Keramikzusammensetzung in dielektrischen Bariumtitanat-Keramikzusammensetzungen der folgenden Summenformel:



worin m, x bzw. y in folgenden Bereichen liegen:

$$1,005 \leq m \leq 1,03, \\ 0,02 \leq x \leq 0,22 \text{ und} \\ 0,05 \leq y \leq 0,35.$$

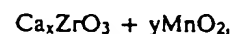
(3) Nichtreduzierende dielektrische Keramikzusammensetzungen in dielektrischen Bariumtitanat-Keramikzusammensetzungen der folgenden Summenformel:



worin m, x, y bzw. z in folgenden Bereichen liegen:

$$1,005 \leq m \leq 1,03, \\ 0,02 \leq x \leq 0,22, \\ 0,05 \leq y \leq 0,35 \text{ und} \\ 0,00 < z \leq 0,20.$$

(4) Nichtreduzierende dielektrische Keramikzusammensetzungen aus  $CaZrO_3$  und  $MnO_2$  der folgenden allgemeinen Formel:

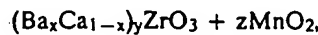


worin x von  $Ca_xZrO_3$  in den nachfolgend beschriebenen Bereichen liegt und  $MnO_2$  (=y) den folgenden Gewichtsanteil einnimmt, wenn das Gewicht von  $Ca_xZrO_3$  1,00 beträgt:

$$0,85 \leq x \leq 1,30$$

$$0,05 \leq y \leq 0,08 \text{ (Gewichtsanteil)}$$

(5) Nichtreduzierende dielektrische Keramikzusammensetzungen aus  $(BaCa)ZrO_3$  und  $MnO_2$  der folgenden allgemeinen Formel:



worin x und y von  $(Ba_xCa_{1-x})_yZrO_3$  in den folgenden Bereichen liegt und  $MnO_2$  (=z) das folgende Gewichtsverhältnis einnimmt, wenn das Gewicht von  $(Ba_xCa_{1-x})_yZrO_3$  1,00 beträgt:

$$0 < x \leq 0,20 \\ 0,85 \leq y \leq 1,30 \\ 0,005 \leq z \leq 0,08 \text{ (Gewichtsverhältnis)}.$$

In der US-Patentschrift 44 51 869 wird das obige nicht reduzierende Keramikmaterial und auch eine Methode zur Herstellung eines Keramikschichtkondensators unter Verwendung eines solchen nicht reduzierenden Keramikmaterials beschrieben. Die Keramikschichtkondensatoren 26 und 27 sind mit den Dielektrika aus nichtreduzierendem Keramikmaterial in der Weise hergestellt worden, daß die Kondensatoren 26 und 27 ihre charakteristischen Eigenschaften nicht verlieren, wenn sie sogar während des Brennens der Grünblätter 102 bis 107 in eine reduzierende Atmosphäre gebracht werden.

Man bildet den Widerstandsfilm 62 des Widerstands 28 mit einem nichtreduzierenden Widerstandsbestandteil. Ein solches nichtreduzierendes Widerstandsbestandteil kann man vorteilhafterweise z. B. nach der Methode, wie sie in der deutschen Patentschrift 21 58 781 beschrieben ist, herstellen. Gemäß dieser Patentschrift besteht der nichtreduzierende Widerstandsbestandteil des Widerstandsmaterials beispielsweise aus Bor-Lanthan oder Bor-Yttrium und nichtreduzierendem Glas. Diese nichtreduzierenden Widerstandsbestandteile bringt man auf das Keramiksubstrat 61 auf und brennt dann in einer reduzierenden Atmosphäre und erhält dann schließlich den gewünschten Widerstand 28. Eine Veränderung der Eigenschaften tritt nicht ein, wenn man diesen Widerstand 28 verwendet, und selbst auch dann nicht, wenn man ihn während des Brennens der Grünsichten 102 bis 107 einer reduzierenden Atmosphäre aussetzt.

Obwohl die äußeren Anschlußelektroden 29 bis 34 aus einem Metall gebildet sind, das hauptsächlich aus mindestens einem der Elemente Nickel, Kupfer und Palladium besteht, und die Leiter 15 bis 20, die als elektrische Verbindungsvorrichtungen dienen, aus einem Metall gebildet sind, das hauptsächlich gemäß der obigen Ausführungsform aus Kupfer besteht, können andere Metalle, wie Platin, Silber, Nickel, Palladium und dergleichen in einer Menge hinzugefügt werden, daß die Eigenschaften des Nickels, Kupfers oder Palladiums nicht beeinträchtigt werden. Dieses trifft ebenfalls auf die innere Elektrode 60 zu.

Man bildet die äußeren Anschlußelektroden 29 bis 34 in der Weise, daß man eine das oben beschriebene Metall enthaltende Paste auf die Körper der chipartigen elektronischen Bauteile 26 bis 28 aufbringt und diese brennt. Der Brennvorgang zur Herstellung der äußeren Anschlußelektroden 29 bis 34 kann gleichzeitig mit dem Brennen der Grünsichten 102 bis 107 durchgeführt werden. Das heißt also, daß die äußeren Anschlußelektroden 29 bis 34 auf den Keramikschichtkondensatoren 26 und 27 und dem Widerstand 28 bereits vorgesintert

sein können, wenn diese Elemente in die Hohlräume 44 bis 49 während des Schichtaufbaus der Grünschichten 102 bis 107 eingesetzt werden.

# Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung eines Schaltkreissubstrats mit einer Keramikschichtstruktur mit einer Vielzahl von Keramikschichten, die eine erste Keramikschicht mit einem Hohlraum aufweisen, und einer ersten und zweiten Hauptoberfläche, die einander gegenüberliegend angeordnet sind, mit einem in dem Hohlraum angeordneten chipartigen elektronischen Bauteil mit äußeren Anschlußelektroden und mit den äußeren Anschlußelektroden verbundenen elektrischen Verbindungseinrichtungen, von denen sich ein Teil in das Innere der Keramikschichtstruktur erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, daß man eine Vielzahl von ungebrannten Keramikschichten, die man bei niedrigen Temperaturen in einer reduzierenden Atmosphäre sintern kann, an den gewünschten Stellen mit Durchgangslöchern, die zusammen derart ausgerichtet sind, daß sie einen Verbindungsdurchgang bilden, und mit senkrecht verlaufenden Löchern, welche den Hohlraum bilden, versieht, eine hauptsächlich Kupfer als Metall enthaltende Leiterpaste in die Durchgangslöcher unter Ausdehnung zu einer Hauptoberfläche der Keramikschichten einbringt und entsprechend dem angestrebten Schaltkreismuster auf einer Hauptoberfläche aufdruckt, die Vielzahl der ungebrannten Keramikschichten unter Einbringen eines chipartigen elektronischen Bauteils aus nichtreduzierenden Bestandteilen, dessen äußere Anschlußelektroden aus einem Metall gebildet sind, das hauptsächlich aus mindestens einem der Elemente Nickel, Kupfer und Palladium besteht, in den Hohlraum zu der gewünschten Keramikschichtstruktur zusammenfügt und unter Druck laminiert und die Keramikschichtstruktur in einer reduzierenden Atmosphäre bei einer Temperatur von 900° bis 1000°C brennt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die äußeren Anschlußelektroden des chipartigen elektronischen Bauteils durch Aufbringen einer das entsprechende Metall enthaltenden Paste und Brennen ausbildet.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brennvorgang gleichzeitig mit dem Brennen der ungebrannten Keramikschichten erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65



— Leerseite —

FIG.1

FIG.2

